



**PA - SOFTWARE**  
**Abstandsregelung**  
**PA 8000**

Ausgabe

4.98

Software Revision

1.9

Copyright

PA

TECHNISCHE ÄNDERUNGEN UND FEHLER VORBEHALTEN



# Inhalt

<b>1 Programmierung</b>	<b>1</b>
1.1 G165 Achsauswahl	1
1.2 M140, M141 Aktivierung / Deaktivierung der Abstandsregelung	2
1.3 Überwachung der Achsgrenzen	3
1.4 Ungültiger G-Code	3
1.5 Aktivierung / Deaktivierung über SPS	4
<b>2 Einschalten</b>	<b>5</b>
2.1 Allgemein	5
2.2 Abstandsregelung einstellen	5
2.3 Achsenzuordnung und Achsauswahl	6
2.3.1 Ohne 5-Achsen-Software	6
2.3.2 Mit 5-Achsen-Software	7
2.4 Analogsignal einlesen	8
2.5 Schleifenverstärkung	8
2.5.1 Lineare Kennlinie	9
2.5.2 Einstellung auf Grundlage der Sensorkennlinie	9
2.5.3 Nichtlineare Kennlinie	13
2.6 Maschinenparametertabelle	15

# 1 Programmierung

## 1.1 G165 Achsauswahl

### Syntax:

G165 X... Y... Z...                      Achsauswahl

Die Achsen, bei denen Abstandsregelung durchgeführt werden soll, und ihre Richtungsvektoren können voreingestellt werden. Mit dem Code G165 ... kann zusätzlich eine neue Achsauswahl programmiert werden.

Die mit den Adressbezeichnungen der Achsen programmierten Werte bestimmen den neuen Richtungsvektor. Diese Werte sind intern genormt.

### Beispiel:

```
...  
Nxx G165 X0.5 Y0.5  
...
```

Die neue Achsauswahl ist gültig ab Nxx mit dem genormten Richtungsvektor (0.71, 0.71, 0).

### Hinweis:

- Eine Fehlermeldung 433 zeigt an, dass mehr als drei Achsen programmiert wurden.
- Eine neue Achsauswahl darf nur bei inaktiver Abstandsregelung programmiert werden, sonst wird die Fehlermeldung 432 ausgegeben. Nur der Aktivierungscode darf zusammen mit G165 ... im gleichen Satz sein, alle anderen Informationen in diesem Satz werden ignoriert.
- Die mit G165 ... programmierte Achsauswahl wird bei der Deaktivierung der Abstandsregelung und bei CTRL RESET auf die Voreinstellung zurückgesetzt.

## 1.2 M140, M141 Aktivierung / Deaktivierung der Abstandsregelung

### Syntax:

M140	Abstandsregelung EIN mit voreingestelltem BCD-Code
M141	Abstandsregelung AUS

Die Abstandsregelung wird durch den Code M140 aktiviert. Hierdurch wird der Abstand zwischen Werkzeugspitze und Werkstück beim Verfahren entlang einer programmierten Bahn auf einem konstanten Wert gehalten. Dies gestattet den Ausgleich von Unterschieden zwischen der tatsächlichen Werkstückgeometrie und der programmierten Werkstückgeometrie. Ein NC-Satz mit M140 darf Weginformationen enthalten.

Ist bei 5-Achsen-Maschinen Transformation eingeschaltet, wird die Regelung in der Werkstückrichtung durchgeführt, nachdem alle transformierten Linearachsen abstandsreguliert wurden. Ist eine Achse der aktuellen Auswahl von der Transformation nicht betroffen (z.B. 3-Achsen-Maschine), wird sie bei aktiver Transformation nicht weiter geregelt. Der in dieser Zeit aufgebaute Versatz wird beibehalten. Werden nicht alle an der Transformation beteiligten Achsen abstandsgeregelt, dann erfolgt die Regelung in Richtung des aktuellen Richtungsvektors.

### Beispiel:

```
N10 X0 Y0 Z0 F1000  
N20 G81  
N30 M140 X20
```

Der NC-Satz N20 aktiviert die 5-Achsen-Transformation und N30 aktiviert die Abstandsregelung. Die Regelung findet in Werkstückrichtung statt, wenn die ersten drei Achsen der Maschine voreingestellt sind.

M141 deaktiviert wieder die Abstandsregelung. Der NC-Satz darf keine weiteren Codes oder Weginformationen enthalten. Beim Abschalten der Abstandsregelung wird keine Kompensationsbewegung zur programmierten Position durchgeführt. Die Position, die sich aus der Abstandsregelung ergibt, wird über einen Synchronisierungsvorgang als Anfangsposition für den nächsten NC-Satz verwendet. Dies verhindert, dass Werkzeugspitze oder Werkstück beschädigt werden.

### **1.3 Überwachung der Achsgrenzen**

Bei aktiver Abstandsregelung werden die Achsgrenzen der abstandsgeregelten Achsen in Echtzeit überwacht. Wird bei der Bearbeitung eines NC-Satzes ein Punkt erreicht, bei dem die Achsgrenzen überschritten werden, dann wird die Interpolation angehalten und die Fehlermeldung 211 angezeigt.

### **1.4 Ungültiger G-Code**

G74 Referenzfahren ist bei aktiver Abstandsregelung nicht gestattet. Es wird die Fehlermeldung 431 angezeigt.

#### **Hinweis:**

- Wird bei aktiver Abstandsregelung das Signal "Vorschubfreigabe" oder "Antrieb EIN" für eine der zu regelnden Achsen entfernt, dann wird der bis dahin aufgebaute Versatz erhalten. Der Spannungswert wird weiterhin eingelesen, aber es findet keine weitere Regelung statt. Die Regelung wird nur dann weitergeführt, wenn das Signal "Vorschubfreigabe" oder "Antrieb EIN" wieder angelegt wird.

## 1.5 Aktivierung / Deaktivierung über SPS

Diese Teilfunktion wird mit DistSignalByte eingerichtet.

Abstandsregelung wird durchgeführt, wenn die Abstandsregelungsfunktion über den BCD-Code freigegeben wird und der Wert des CNC-SPS-Schnittstellensignals IN\_DIS\_ENABLE TRUE ist. Das Schnittstellensignal hat keine Bedeutung, wenn die Abstandsregelung nicht über den BCD-Code aktiviert wurde. Ist das Signal IN\_DIS\_ENABLE FALSE, wird der bis dahin aufgebaute Kompensationswert erhalten. Es wird jedoch keine Regelung mehr durchgeführt und das Einlesen der Analogspannung wird gestoppt.

## 2 Einschalten

### 2.1 Allgemein

Die Funktion "Abstandsregelung" ist in allen PA 8000 Steuerungen verfügbar.

Mit Ausnahme von Positionierachsen kann sie auf die meisten Achstypen angewandt werden, auch auf Gantryachsen. Bei Positionierachsen darf die Funktion nicht angewandt werden.

Bei Polar-/Zylindertransformation gibt es keine Abstandsregelung für transformierte Achsen.

Die Analogspannung des Abstandssensors kann mit einem A/D-Modul eingelesen werden.

### 2.2 Abstandsregelung einstellen

Der Aktivierungscode wird mit dem Maschinenparameter DistContrMCodeOn eingestellt. Der Deaktivierungscode wird mit dem Maschinenparameter DistContrMCodeOff eingestellt. DistanceBCDNo enthält den Prioritätswert des BCD-Codes.

Standardzuordnung:

DistContrMCodeOn	140 (dezimal!)
DistContrMCodeOff	141 (dezimal!)
DistContrBCDNo	0

Der Prioritätswert 0 entspricht als Standard einem M-Code. Die Abstandsregelung wird mit M140 aktiviert und mit M141 deaktiviert.



## 2.3 Achsenzuordnung und Achsauswahl

### 2.3.1 Ohne 5-Achsen-Software

Die an der Abstandsregelung beteiligten Wegeachsen müssen mit dem Maschinenparameter DistIndex bestimmt werden. Die Reihenfolge der Achsen spielt keine Rolle. Maximal können drei Achsen gleichzeitig abstandsgeregelt werden.

DistDirection bestimmt den Richtungsvektor der Kompensationsbewegung. Die Reihenfolge der Werte muss der Einstellfolge der Achsen in DistIndex entsprechen. Vorausgesetzt wird ein genormter Vektor.

#### Beispiel:

DistIndex(0)	: 1	(1. Achse X)
DistIndex(1)	: 3	(3. Achse Z)
DistIndex(2)	: 5	(5. Achse C)
DistDirection(0)	: 0.0	
DistDirection(1)	: 0.36	
DistDirection(2)	: 0.64	

Die Abstandsregelung ist nur in den Richtungen Z und C wirkungsvoll.

Wird die Teilfunktion Achsauswahl durch die Einstelldaten DistContrGCode  $\neq 0$  eingestellt, dann aktiviert die Programmierung einer anderen Achsauswahl die Abstandsregelungsfunktion für diese Achsen.



### Beispiel:

DistGCode A5H (=165D)

•

N.. M140

N.. G165 Y0.5 B0.5

■

Es wurde eine neue Achsauswahl programmiert. Abstandsregelung wirkt jetzt bei den Achsen Y und B mit dem neuen Richtungsvektor (0.71, 0.71, 0.0). Die mit den Adressbezeichnungen programmierten Werte bestimmen den Richtungsvektor. Sie sind intern genormt.

### 2.3.2 Mit 5-Achsen-Software

Soll die Abstandsregelungsfunktion wie zuvor auch für 5-Achsen-Software arbeiten, muss DistIndex wie folgt belegt werden:

DistIndex(0) : 1 (1. Achse X)

DistIndex(1) : 2 (2. Achse Y)

DistIndex(2) : 3 (3. Achse Z)

Der Richtungsvektor ist nur von Bedeutung, wenn die Transformation inaktiv ist:

DistDirection(0)	0.0
------------------	-----

DistDirection(1)	0.0
------------------	-----

DistDirection(2)	1.0
------------------	-----

Abstandsregelung ist dann für die ersten drei Achsen (3D) der Steuerung wirkungsvoll. Bei 2D kann die dritte Achse eine beliebige Achse sein.

Darüber hinaus muss berücksichtigt werden, ob die Programmierung der Achsauswahl DistGCode eingestellt wird. Ist DistGCode = 0, dann arbeitet die Regelung in die Richtung des Werkzeugs, wenn Transformation und Abstandsregelung aktiviert werden.

Weicht die Zuordnung von DistIndex von den oben aufgeführten Werten ab, oder wird durch Programmierung der Achsauswahl DistGCode eine andere Reihenfolge oder Auswahl abstandsgeregelter Achsen angegeben, dann arbeitet die Regelung in die Richtung des voreingestellten Richtungsvektors (DistDirection - aktueller Richtungsvektor), wenn die Transformation aktiviert wird. Die Abstandsregelung arbeitet daher unabhängig von einer Transformation immer in der Richtung des aktuellen Richtungsvektors.

## **2.4 Analogsignal einlesen**

Die Spannung der Messsonde wird von einem A/D-Modul eingelesen.

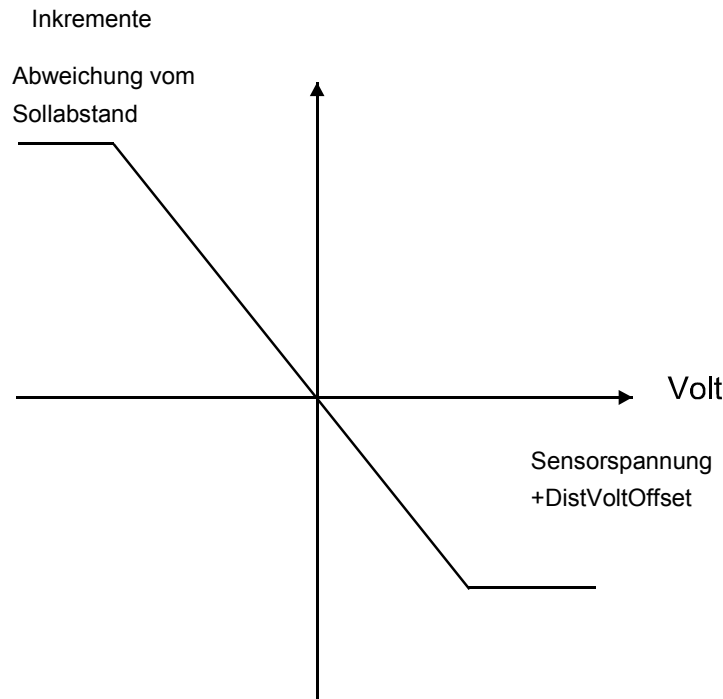
Der Maschinenparameter DistContrChannel gibt die Anzahl Bytes des A/D-Moduls an, an das das Signal vom Abstandssensor angelegt wird (siehe auch PA E/A-Konfiguration).

## **2.5 Schleifenverstärkung**

Es ist eine interne Anforderung, dass die Kennlinienschar mit den Einstelldaten durch den Nullpunkt geht und symmetrisch ist. Das eingelesene Signal wird in der Interpolationsschleife verarbeitet. Die Regelzykluszeit wird daher von der Interpolationsschleifenzeit bestimmt.

### 2.5.1 Lineare Kennlinie

Es wird angenommen, dass das Signal des Abstandssensors in einem gewissen Bereich linear zur Abweichung vom Sollabstand ist (siehe Abbildung 1 - Sensorkennlinie)



**Abbildung 1:** Sensorkennlinie

### 2.5.2 Einstellung auf Grundlage der Sensorkennlinie

DistInkr spezifiziert den Gradienten der Kennlinie im linearen Bereich.

$$\text{DistInkr} = \frac{\text{Abweichung vom Sollabstand in Inkrementen}}{\text{Sensorspannung in Volt}}$$

Die Richtung der Kompensationsbewegung hängt davon ab, ob DistInkr positiv oder negativ ist. Entspricht eine positive Spannung einer Abweichung des Sollabstands in Richtung der negativen Achse, dann muss die Kompensationsbewegung in die positive Richtung erfolgen. DistInkr muss daher als positiver Wert eingestellt werden.

### Beispiel:

1 Volt entspricht einer Abweichung von 1000 Schritten

in Richtung der negativen Achse.

-->  $\text{DistInkr} = +1000.0$

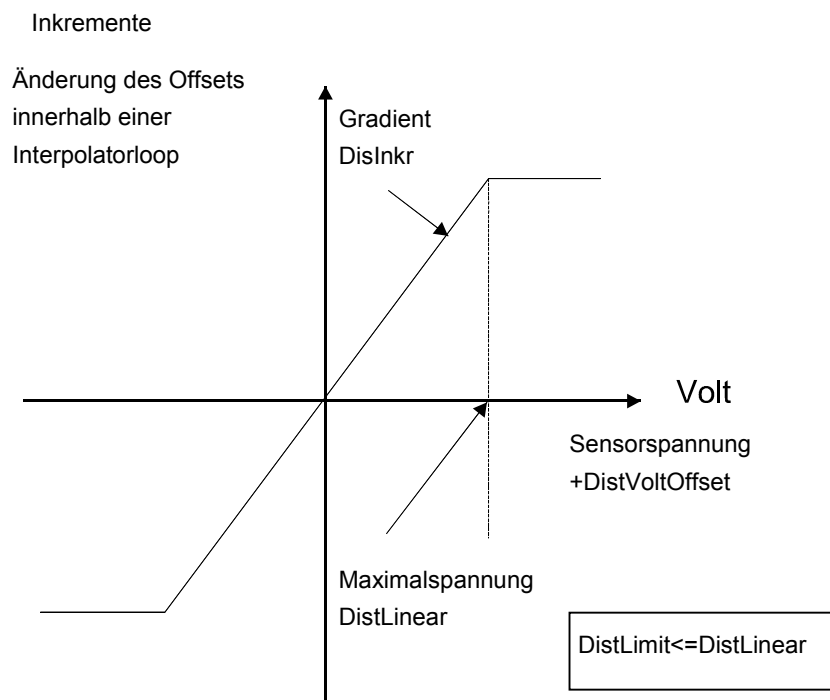
Mit  $\text{DistLinear}$  wird das Ende des linearen Bereiches der Sensorkennlinie eingestellt.

### Beispiel:

Der lineare Bereich endet bei 4 Volt

-->  $\text{DistLinear} = 4$

Eine Einstellung auf der Grundlage der Kennlinie ergibt folgendes Regelverhalten.



**Abbildung 2:** Lineare Schleifenverstärkung

Die Einstelldaten  $\text{DistKVLimit}$  müssen auf  $\geq \text{DistLinear}$  eingestellt werden.

Der bestehende Offset wird entsprechend der eingelesenen Spannung verändert.

$$\text{Offset\_neu} = \text{Offset\_alt} + \langle \text{Abweichung} \rangle$$

DistMax gibt den maximalen Offset an, der aufgebaut werden kann. Diese Einstelldaten dienen als Sicherheitsfunktion. Wird der Wert überschritten, dann wird eine Fehlermeldung angezeigt und der maximale Offset wird übernommen.

Innerhalb des Linearbereichs:

$$\langle \text{Abweichung} \rangle = (\text{Spannung} + \text{Spannungsversatz}) * \text{Gradient}$$

Außerhalb des Linearbereichs:

$$\langle \text{Abweichung} \rangle = \text{maximale Spannung} * \text{Gradient}$$

$$\text{Gradient} = \text{DistOnkr}$$

$$\text{Maximale Spannung} = \text{DistLinear}$$

$$\text{Spannungsversatz} = \text{DistVoltOffset}$$

DistVoltOffset wird zu der eingelesenen Spannung addiert. Dies ermöglicht einen Teilepositionsoffset und daher die Einstellung eines Sollabstands.

Die maximale Änderung des Offsets innerhalb eines Servokreises wird durch  $\text{DistLinear} * \text{DistInkr}$  vorgegeben. Dieses Produkt bestimmt auch die maximale Geschwindigkeit der Kompensationsbewegung. DistLinear muss entsprechend verkleinert werden, wenn die Höchstgeschwindigkeit größer ist als die zulässigen Achsgeschwindigkeiten der an der Kompensationsbewegung beteiligten Bahnachsen.

$$\text{DistLinear} = \frac{\text{Höchstgeschwindigkeit} * \text{Interpolationszeit}}{\text{DIST\_INKR}}$$

- Einheiten:
- Höchstgeschwindigkeit in Schritten/ms
  - Interpolationszeit in ms
  - DistInkr in Schritten/Volt
  - DistLinear in Volt

**Beispiel:**

Maximale = 8 m/min

Achsgeschwindigkeit

Interpolationszeit = 20 ms

DistInkr = 1000 Schritte/Volt

1 Schritt = 1/1000 mm

$$\text{DistLinear} = \frac{8 \text{ m/min} * 20 \text{ ms}}{1000 \text{ Schritte/Volt}} = 2,66 \text{ Volt}$$

**Regelverhalten bestimmen :**

- Das Regelverhalten kann durch Ändern von DistInkr und DistLinear jetzt erheblich verändert werden.  
Eine Verkleinerung von DistInkr ergibt eine weichere Regelung, d.h. Abweichungen von der Sollposition werden langsamer korrigiert.
- Um eine härtere Regelung zu erreichen muss DistInkr vergrößert werden. In diesem Fall werden Abweichungen von der Sollposition schneller korrigiert (durch einen entsprechenden Offset). Bei einer zu harten Regelung können die Achsen anfangen zu schwingen.
- Insbesondere führt die Korrektur einer Abweichung vom Sollabstand zu einem Überschwingen bezüglich der Sollposition. DistLinear muss in jedem Fall entsprechend angepasst werden.

### 2.5.3 Nichtlineare Kennlinie

Bei Sensoren mit nichtlinearer Kennlinie ist es erforderlich, dass das Signal innerhalb eines bestimmten Bereichs durch zwei Linien dargestellt werden kann, die gerade Abschnitte mit konstanten Gradienten enthalten. Diese Gradienten können in den Einstelldaten definiert werden. Die Krümmungsgrenze der Schleifenverstärkung wird mit DistKVLimit eingestellt.

#### Beispiel:

DistKVLimit            3.0  
 DistKVFactor           0.5  
 DistLinear             5.0

Offset\_neu = Offset\_alt + <Abweichung>

DistMax gibt den maximalen Offset an, der aufgebaut werden kann. Diese Einstelldaten dienen als Sicherheitsfunktion. Wird der Wert überschritten, dann wird eine Fehlermeldung ausgegeben und der maximale Offset wird übernommen.

Innerhalb des Linearbereichs gilt folgendes:

wenn |Spannung| <= DistKVLimit :

dann

$$\text{<Abweichung>} = (\text{Spannung} + \text{Spannungsversatz}) * \text{Gradient1}$$

(wie bei linearer Schleifenverstärkung beschrieben)

wenn |Spannung| > DistKVLimit

Spannung >= 0

$$\text{<Abweichung>} = (\text{Spannung} + \text{Spannungsversatz}) * \text{Gradient2} + \text{CurveOffset}$$

Spannung < 0

$$\text{<Abweichung>} = (\text{Spannung} + \text{Spannungsversatz}) * \text{Gradient2} - \text{CurveOffset}$$





## 2.6 Maschinenparametertabelle

Die benötigten Maschinenparameter sind:

DistContrMCodeOn

DistContrMCodeOff

DistContrBCDNo

DistContrGCode

DistContrChannel

DistIndex

DistInkr

DistKVFactor

DistKVLimit

DistLinear

DistMax

DistDirection

DistSignalByte

DistVoltOffset